

东亚大气环流

M. T. 殷等

科学出版社

东亚大气环流

M. T. 殷 等著
楊鑑初 刘匡南 等 译

科 学 出 版 社

1957

內 容 提 要

本書是从資本主义国家的气象学和地球物理学杂志上,選擇收集了七篇有关东亚大气环流的論文而編成的。其中三篇是討論冬季印度及緬甸上空西風急流的構造及大气环流的特性;二篇是討論东南亞洲和西太平洋上大气环流的特性;一篇是关于印度及緬甸夏季風爆發时大型天气过程的分析;一篇是討論冬季日本上空高空風場及溫度場的構造以及鋒的三度空間結構問題。本書可作为大学气象系气象專業教育工作者及气象研究工作者、业务工作者参考材料。

东 亞 大 气 环 流

原著者 M. T. 殷 等

翻譯者 楊鑑初 刘匡南 等

出版者 科 学 出 版 社

北京朝陽門大街117号

北京市書刊出版業營業許可證出字第061号

印刷者 北 京 西 四 印 刷 厂

总經售 新 华 書 店

1957年3月第一版

書号: 0724 印張: 42/8

1957年3月第一次印刷

开本: 850×1168 1/32

(京)0001-4,350

字數: 106,000

定价: (10) 0.75 元

前 言

最近我国的气象学者們，热烈地响应着政府的十二年赶上国际水平的号召，积极准备系統地进行有关中国地区中气象学的研究。其中东亚上空大气环流的研究也是一个重要的方面。在解放以前，由於亚洲上空的高空探测记录甚少，关于这一方面的研究著作並不很多。但在解放以后，我国的气象学者們在这方面已經作了很多的貢獻。在同一个时期內，在資本主义国家的气象学及地球物理学的杂志上，也有不少关于亚洲及西太平洋上空大气环流的研究論文，这些論文中所討論的問題我国气象学者已有不少研究，例如，亚洲上空夏季風突进的現象以及它和我国長江淮河流域梅雨的关系，自初夏轉盛夏季节时以及自盛夏轉入秋季时的环流突变現象等。关于西藏高原对于东亚大气环流的影响問題，我国的气象学者們也作出了一些創見。另外冬季日本上空鋒的結構問題，在我国气象文献上比在瑞典大地杂志(Tellus)早發表二年。虽然，在国外杂志上所發表的一些有关东亚大气环流研究的一些論文，还有許多不同的結果和結論，但是對於我們在研究东亚气象学的問題时还是有幫助的。

現在，我們从資本主义国家的杂志上选择收集了七篇有关东亚大气环流的論文，編成了这本书。（另外日本有一篇关于梅雨的文章，可以参看气象学譯报第3卷第4期）。

在这七篇論文中，有三篇是討論冬季印度及緬甸上空西風急流的構造及大气环流的特性；有一篇是關於印度及緬甸夏季風爆發时大型天气过程的分析；有二篇是討論东南亚洲和西太平洋上空大气环流的特性；另外一篇是討論冬季日本上空高空風場及温度場的構造以及鋒的三度空間結構問題。在这些論文中對於中国上

空的問題却談得很少，這主要是由於記錄條件的限制。同時上述這幾篇論文中的某些結果在我們看來卻並不十分正確的。例如在本書第二篇中作者提出在東經 76° 剖面上，在北緯 15° 附近有一個赤道急流區。根據近年來的分析，這個急流區並不存在。同時作者的剖面圖上的數值與本書第七篇後來所得到的數值頗有出入，另外，本書第七篇中的剖面圖，其所用的資料年份相差很大，尤其是 100 毫巴以上的部分，作者們只能根據 1940 年以前的少數幾次高空探測記錄材料。因此，從剖面圖所推得的一些結論，在將來記錄條件改善時，將會有改動的。

總的說來，這些文章用了當時能取到的各種記錄，聯繫了整個大氣環流和東亞具體天氣現象來研究東亞大氣環流是比較好的，但在方法論上多少有些“大膽假設”的做法，個別問題上也比較粗糙（如 Chaudhery 文章中連地形剖面都沒有畫正確）。在目前我們這地區的高空記錄已大有增加，許多問題是應該可以進一步深入研究的。

陶詩言

目 录

前言.....	(i)
印度和緬甸的夏季季風突进的一个高空天气学研究...Maung Tun Yin (1)	(1)
冬季印度巴基斯坦上空沿东經 78° 溫度和風的垂直分佈	 A. M. Chaudhury (17)
論东南亞洲和西太平洋的大气环流.....	B. W. Thompson (29)
冬半年大气环流对亞洲南部及太平洋西部正常天气的关系	 C. S. Ramage (62)
1950—1951 冬季日本上空和其附近海上的風場和溫度場...毛利 圭太郎 (74)	(74)
冬季印度对流層上層环流的分析.....	P. Koteswaram (105)
冬季印度和緬甸上空的平均急流	 P. Koteswaram, C. R. V. Raman, S. Parthasarathy (119)

印度和緬甸的夏季季風突進 的一個高空天氣學研究*

Maung Tun Yin

1. 緒 言

許多氣象學家 (Blanford, 1889; Harwood, 1921; Ramana-than 和 Ramakrishnan, 1937; Wagner, 1931) 都曾敘述過印度和緬甸的夏季季風的來到。在 4 月末和 5 月它逐漸侵入到緬甸，而在印度要遲好幾個星期。在這幾星期內印度的大部分地區是一年之中最熱的時間。然後季風在印度上空開始，常常在幾天之內就向北推進很多緯度。

早在 1686 年, Halley 在大不列顛哲學學會集刊 (Mem. Phil. Soc.) 里曾說過, 季風的原因是由於各地受熱的不同, 這理論到現在沒有受人反對。然而為什麼在季風到印度比到緬甸來得遲, 以後又為什麼以排山倒海之勢推進而使得人們稱之為“季風的爆發”, 却並沒有滿意的解釋。

本文的目的就是來考查這個問題。所用的方法是與以前對南印度洋環流主要線索的各種研究中所用的有幾分不同。近來的文獻提出北半球的高空氣流也可能是主要的一個因素。提出這個意見的最早的論文之一, 就是 Rodewald (1936) 的論文, 在對 Wien (1936) 敘述德國探險隊在印度西北部 Nanga Parbat (26182 呎) 遭難時的天氣條件一文的評論里他表示了這意見。Rodewald 給出

* 原載 Jour. Meteor., 6(1949), 393—400.

一張西伯利亞和印度的圖，記上所有的 6 千米的風，並試圖把北方的情況和致命的季風到來聯繫起來。近年來，Riehl (1945; 1947) 和 Cressman (1948a) 曾指出北半球高緯度和低緯度的高空氣流之間有着大範圍的相互關係，而這些關係強烈的影響熱帶的天氣。雖然沒有主張低估南半球的影響，但提出這樣的相互關係會不會對決定印度天氣起很大作用這個問題是合理的。

考查 8 千米高度——這高度已高到足夠使空氣越過喜馬拉雅大規模地交換——的平均季節流型指出，高緯度和低緯度的氣流之間有密切的聯繫。在 12 月 (Ramanathan 和 Ramakrishnan, 1937)，西風帶的一大部分繞過喜馬拉雅山南部邊緣 (圖 1)。不管所說的這層高度這樣高，流線是隨着山的等高線的。受了等高線的預先規定，流線在東經 85° 附近有一個槽線。夏季的圖 (Wagner, 1931) 上完全不同 (圖 2)，雖然西風帶已經向北退縮，但正好在

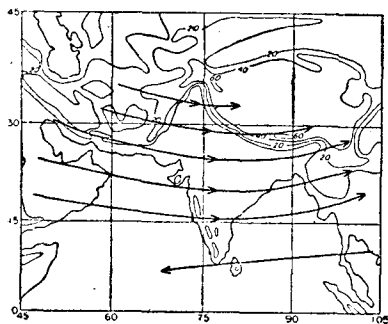


圖 1. 印度和印度附近 8 千米上空的冬季平均環流 (依照 Ramanathan and Ramakrishnan)

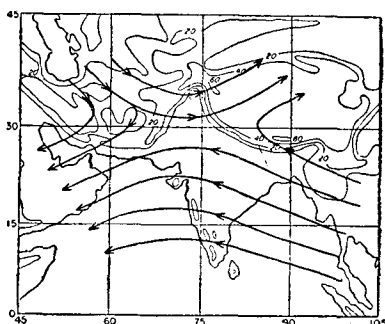


圖 2. 印度和印度附近 8 千米上空的夏季平均環流 (依照 A. Wagner)

山的西面近東經 75° 處有一個槽線從中緯度一直伸到低緯度。這說明比起冬季的位置來，低緯度的槽有着經度 10° 的向西移動。副熱帶高壓脊線沿着北緯 35° 伸展，因此印度西北部上空有個鞍形低壓。在副熱帶高壓脊以北西風帶按渦度原理的要求以順鐘向曲

率越過喜馬拉雅上空。圖 1 和圖 2 說明緬甸總是位在主要高空槽平均位置以東，然而在冬季印度在它西邊，夏季在它東邊。所以只要平均槽維持在東經 85° 附近，高空對流層流型和跟它一起的氣壓場重疊在低空環流上，必定在緬甸使季風加速並在印度上空使它阻滯。在它移動到東經 75° 之後，全部緬甸-印度區域高空盛行偏南的風必定支援了這些地方的季風。因此高空環流的改變可以解釋原來已提到的季風推進型式。然而，必須證明平均槽位置的移動是非常迅速，並且和季風的爆發是一致的。還需要找出每年都能夠適用的平均槽任何突然移動的解釋。

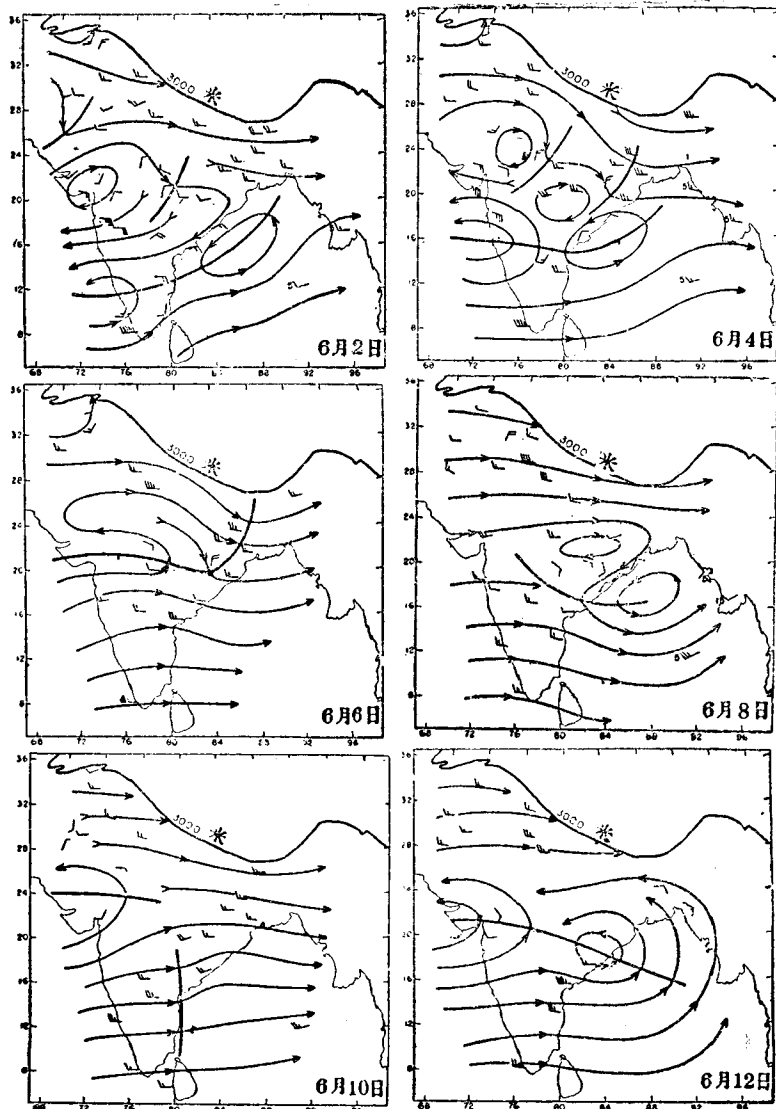
現在我們對 1946 年季風推進時期來研究這些問題。對於這一年，有美國空軍的北半球 500 毫巴圖可用，它提供了一個最好的機會來把印度-緬甸上空的氣象發展，和西伯利亞及整個半球上空的高空環流聯繫起來。

2. 1946 年季風的推進

為了先要建立起 1946 年春季印度上空所發生的事情的順序，在 5 月和 6 月中每天畫了 5000 呎，10000 呎和 20000 呎高度的高空風圖。人們說季風的前邊，一般認做是印度洋的“赤道輻合帶”(ECZ)的，是一個環流隨高度減弱的暖的低壓區。然而，在 5000 呎高度圖上和地面上去尋找赤道輻合帶是十分困難的，而在 10000 呎高度上通常是很容易發見它的。在 20000 呎上風很稀少，在那一層上的環流，就所能決定的情形來說，流線振幅比 10000 呎上的流線振幅更大，但擾動的軸更偏南-北向而气流更像波動。

圖 3 表示在季風推進的關鍵時期中，每隔一天的下午 10000 呎高空氣流情況，圖 5 的粗線是那個時期赤道輻合帶移動的概況。

這一系列天氣的開始，在 5 月 21 日和 23 日印度半島的南部有一個反氣旋(圖 3)。由此以北印度上空的氣流主要是偏西風，但帶偏北成分，而在緬甸南部和安達曼羣島所得到的幾個風表示



流線圖。

粗線是赤道輻合帶(ECZ)。風是午后的观测

有西南气流。由此我們認為高空槽仍旧接近它的冬季平均位置。由於这几天的气流是前三週內盛行流型的典型，从連續性的要求显然可以知道在緬甸产生丰富早期季風雨的空气的一部分，一定就是以前移过印度上空沒有产生大雨的空气。

在以后的日子里，印度南部的高气压中心向北移动，而赤道輻合帶推进到印度南部，而随之有一个向西移动的孟加拉海低压的發展。从5月26日到5月31日季風推进中断一下以后，跟着就是“季風的爆發”，並且仅在6天后向北移动12—14个緯度后就停止了。在6月6日和6月8日之間有第二次的退却，然后赤道輻合帶的位置比較稳定地留在近北緯 23° 处。

假使我們把这一時間最初的流線圖和最后的流線圖比較一下，我們立刻得到一个印象，就是印度中部的流線用气旋性方向旋轉了一下，結果使印度上空偏北分速已經不見*。为了定量地去証实这个印象，我們算出了在北緯 20° 和 30° 之間500毫巴东經 40° 和 130° 之間每隔五天平均高度的廓線圖（圖4）（按美空軍的北半球圖，在圖1和圖2的平均圖之下約2千米）。在5月份开始的三个星期里，高空槽在东經 90° 处維持稳定，高压脊至它西边东經 $60-65^{\circ}$ 附近。在5月21日到25日这槽分裂，当赤道輻合帶先向北移动时槽的一部分向西移动，这样就得到恆稳型崩潰的明确証明。显然这部分的低槽还不能自行維持，因为在5月26日至30日平均槽又在孟加拉灣而正与季風的中断相符。在5月底之后，赤道輻合帶維持在印度半島北端时，这低槽明确地移动到东經 80° 。

直到这时候，分析支持着原先的假設。季風的推进是和500毫巴上的槽向西發展有密切联系。这槽的行动是和季节平均情况所需要的相一致的。而且它的向西移动比較突然。現在需要决定

* 正像 S. Pettersson 在与作者討論本文时所指出，这个移动使在海上路徑較長的空气进入印度。

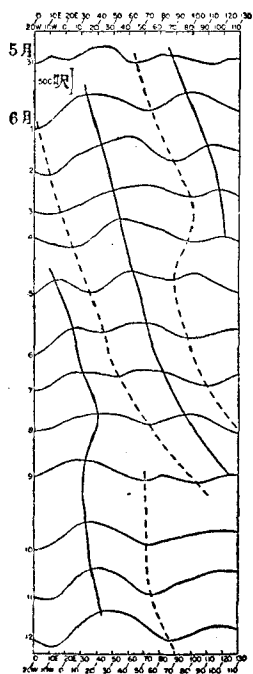


圖4. 北緯 20—30° 間 500 毫巴五天平均高度對時間、經度的變化。垂直的斷線是五天平均槽，垂直的實線是五天平均脊

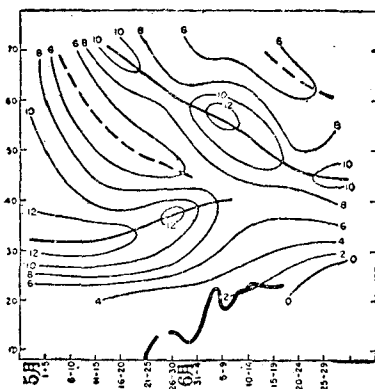


圖5. 東經 0—130° 間 500 毫巴五天平均地轉西風對時間和緯度的變化。等風速線上記的數字單位是米/秒，最大值的位置（急流）和最小值的位置分別用實線和斷線來表示。圖下邊的粗實線表示印度每天的赤道輻合帶（由每天天氣圖上取得）

這種移動的理由了。季風本身能够想像做這個原因，雖然這種解答無法說明印度季風和高空流型（在和緬甸對比時）差不多是不連續的性質。按照 Rodewald(1936)建議，我們說印度上空所發生的事情至少和

北半球一大部分地方上空的高空氣流的大規模變化相連。下一節將研究這種解答是否合式。

3. 在歐亞大陸上空 500 毫巴上的西風帶

作為第一步，我們將把我們的研究擴充到整個的歐亞大陸。圖 5 表示在 5 月和 6 月份平均在東經 0° 和東經 130° 之間每隔 5 天的西風地轉風速。在 5 月份開始，最強西風帶區域（此後稱為急

流)在北緯 30° 附近。在 5 月的最后一个星期,这急流向北移动到約北緯 40° 处,然后在 6 月的第一週突然瓦解。同时一个新的急流稳定地从北極南下,直到 5 月的后半月形成二支最大西風。北支急流它的移动正如 Rossby (1947) 所提出的一样到 6 月初盛行。低緯度的急流移到北边之后,孟加拉灣上的低槽开始向西移动,同时季風的爆發和南支急流的瓦解时期相重合。

这些時間上的相关是很有意义的。虽然圖 5 只代表整个欧亚大陆,但考查一下每天的 500 毫巴圖(不管印度北部由於記錄的缺乏分析常常不可靠),就可以見到在季風季节以前繞着喜馬拉雅山南边的西風气流在这区域里局部地移到山的北面去了。由於这巨大山脉所造成的气流变形使高空一定有波动型式的重新調整。在圖 6 里概略地表示了地形所决定的位相变更,跟所观测到的十

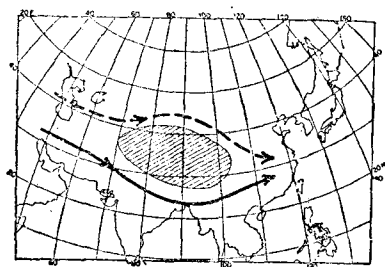


圖 6. 急流对喜馬拉雅山麓稍为偏北或偏南一些时流型所發生的变化示意图

分一致,只是在东經 80° 观测到的槽比断線流線在东經 70° 的槽更偏东些。或者这可以归之於这个事实,即决定槽和脊的位置时,所用的高空气流扩展到高原以上,虽然它仍受到山脉的影响。

前面的敘述指出以季風爆發时为結束的一系列事象,是以欧亚大陆上空环極西風帶的

北移为开始的。由於这气流繞过高原北緣,南支不再繞喜馬拉雅山的南边流过,低緯度的平均槽就被强迫向西移动。結果,就在印度受槽線以东輻合影响的同时,印度上空的气流偏北成分变做偏南成分,为了使槽線西移这种槽線以东的輻散是一定会出现的。这两个因素合起来加上大规模受热差異所造成的气压梯度,就产生了所观测到的赤道輻合帶猛烈北移。因此西風帶的暂时向北移动

只會造成季風的暫時的推進，如果西風帶回到原來的緯度，季風接着就要撤退。

4. 歐亞大陸上的中緯度波型

雖然前節已經把對流層上部偏西氣流和季風推進之間確定了明確的關係，但芝加哥大學提出對高緯度擾動和低緯度擾動之間的相互關係的研究 (Cressman 1948a, Riehl 1945) 這一點，我們也應該研究一下。

Rossby (1939) 建立了一個式子，把正壓大氣中無輻散長波的運動、波長對緯向氣流和 Coriolis 參數隨緯度變化率聯繫了起來。以後的天氣學的研究，特別是 Cressman (1948b) 的研究，說明假管實際大氣十分複雜，把 Rossby 公式用到每日天氣圖上仍是可以用，現實的。正像圖 5 中所表示的，歐亞大陸的西風帶構造在 5 月末尾受到猛烈的變化。因此可以有理由預先估計到中緯度長波型式的構造會和緯向氣流的重新分佈一起發生的。

為了決定長波型式，我們計算了 5 月和 6 月歐亞大陸上空北緯 40° 和 60° 間的 500 毫巴五天平均高度 (圖 7)。對北半球其餘地區，我們只就 5 月 10 日到 6 月 10 日作了這種有些費時的計算，其餘的日子我們還加用了 700 毫巴的廓線 (由美國氣象局中長期預報得來)。北緯 40° 和 60° 之間的平均是每隔 10 個緯度來計算，但和別人 (Cressman 1948b) 所用的略有不同。高空圖的研究指出一般說來中緯度的槽脊並不是南北向，而是東北到西南的，因此沿經線來平均常常會使長波型式不清楚起來。因此，平均是沿着東北到西南方向的斜軸來取的。例如，北緯 60° ，東經 100° 的高度和東經 90° ，北緯 50° 以及東經 80° ，北緯 50° 的高度來平均。

這樣定出來的歐亞大陸上的長波型式在 5 月佔大部分，它的主要特徵是中亞有一個顯著的脊 (約在東經 50°)，它的兩側在大陸的兩岸是低槽。這樣，在印度上空和印度以北高空氣流都偏北。

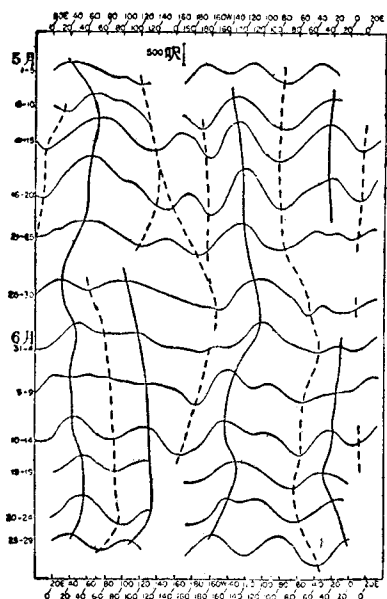


圖 7. 北緯 40—60° 間 500 毫巴五天平均高度随時間和經度的变化。垂直断線是五天平均槽的位置，而垂直实線是五天平均脊的位置。

在 5 月 21—25 日中亞的脊減弱，並且开始向西移动，显然流型就要崩潰了。在这时候季風先在印度南部确立起来，之后，高緯度急流 圖 5 向南推进，中亞又生了一个低槽。在 6 月 9 日以后盛行着与大陆上 5 月份所盛行的流型相反的長波型式。因此，我們可以知道和西風分佈的变化一起發生的是長波型式的徹底重新分佈。在 6 月份里很明显的中亞低槽必須是 Wagner 夏季圖 (圖 2) 上的那个低槽的延伸部分。因此，在 6 月初以后，中亞上空是一个从高緯度一直伸到低緯度的低槽。Riehl (1945) 和 Cressman (1948a) 討論过这种極槽或延伸槽的存在。

北半球長波型式的位相迅速变化和低緯度波动型式的同样迅速的位相变化同时發生，和南支急流的向北移动，和印度上空由季風前的情况轉到季風情况的轉变同时發生，一定不是偶然的事情。季風是在 5 月的長波型式崩潰后，在 6 月 10—14 日新形势确立之前开始的。在轉变的中間时期，中亞和东亚的高度廓線比較平坦，要进一步肯定喜馬拉雅山南北兩边事件之間的关連，我們就得仔細看看每天的廓線圖。對於最有兴趣的时期，即 5 月 31 到 6 月 12 日这时期我們已作了这种廓線 (圖 8)。

在 5 月 31 日，撤退中的季風到达它最低緯度的地方 (圖 5)，在

印度以北上空是一個脊。下一天，這個脊被 6 月 3—6 日停在西伯利亞中部的槽所代替，而脊很快地向東消失。季風的爆發和這槽的來到和停留有關。之後又有一個脊。（在 6 月 1—4 日間它的位移似乎有點不連續，在圖 8 里我們沒有管 6 月 2 日和 3 日的廓線，而把這脊線畫做似乎是平滑的。不過這不是討論的主要之點）。在 6 月 4 日到 7 月之間脊東移減弱。然而，當它經過東經 70—90° 的時候（6 月 6—8 日），季風又第二次退回去（圖 5）。下一個槽又在這區域中停留下來並且加深，而每天的廓線和 6 月 10—14 日的平均廓線形狀相同，而赤道輻合帶回到它在 6 月 6 日的緯度。

前面的描寫表示中亞平均槽的逐漸停留下來。平均槽所在的地方，小槽常常移入加深（Fultz 1945），而相應的小脊減弱。這種強度變化在圖 8 里可以看得很清楚，由此可以看出平均槽大約在 6 月 1 日起形成的。考慮到東亞低槽一部分的西移（圖 7），圖 8 所表示的每日情況也可以用。Gressman (1948b) 所描寫的

長波波帶中槽的不連續后退機構，來解釋 5 月初平均脊在西伯利亞中部的時候。這區域里小槽的強度一定有相反的变化。雖然文獻中对小系統的加深和填塞與平均槽、平均脊的關係有詳盡的描寫，但是對這時期並沒有作計算。應用 Fultz (1945) 及別些人的描寫，我們可以推知在 5 月的第一個星期這些低槽在從歐洲移到中亞時

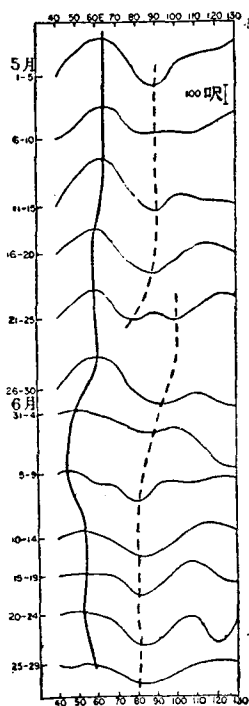


圖 8. 北緯 40—60° 間每天 500 毫巴平均高度隨時間和經度的變化。垂直斷線是每天槽的位置，垂直實線是每天脊的位置